

GPS Einführung

Stefanie Andrae
Karl-Heinrich Anders
Studienbereich Geoinformation



Agenda

- Anwendungen
- GPS - Systemübersicht
- Prinzip der Positionsbestimmung
 - Fehlereinflüsse
 - Genauigkeit
- Datenformate
- Praktisch!



GPS – Anwendungen I



Navigation

- Auto
- Handheld GPS
- ...



Ortung

- Autos
- Tiere
- ...



Vermessung

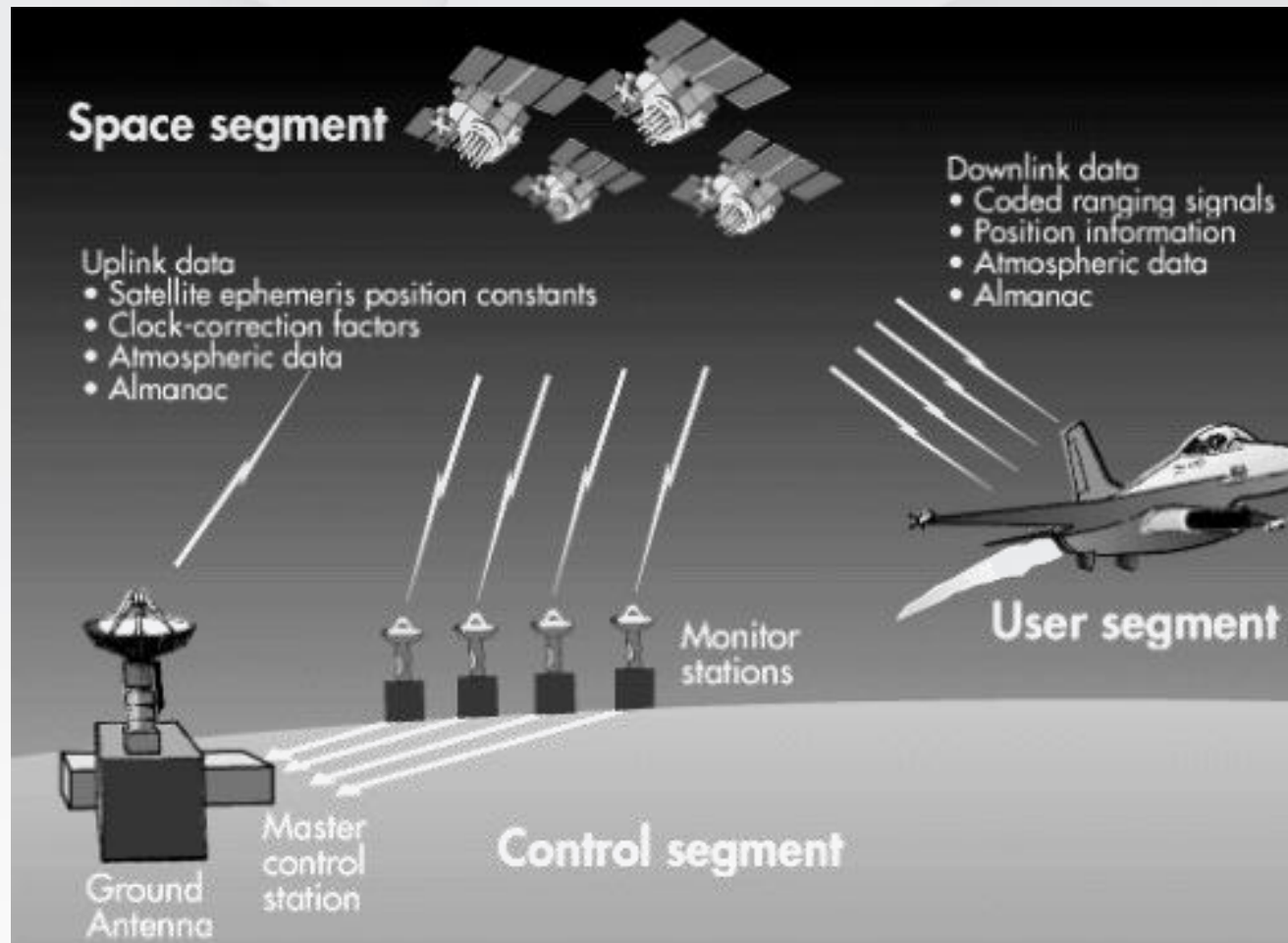
- Positionierung
- Datenerfassung
- ...

GPS – Anwendungen II

- Vermessungswesen
- Autonavigation (z.B. TomTom)
- Diebstahlsicherung (Kombiniert mit GSM)
- Outdoor Sport – Wandern, Biken, Laufen, ...
- Seefahrt (Standard)
- Luftfahrt (Standard)
- GIS-Kartierungen (Mobile Mapping)
- Precision Farming
- Flottenmanagement
-

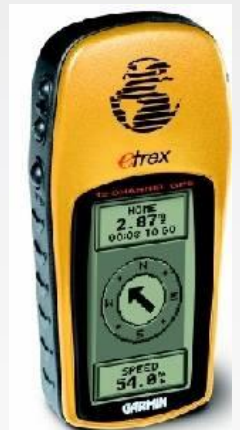
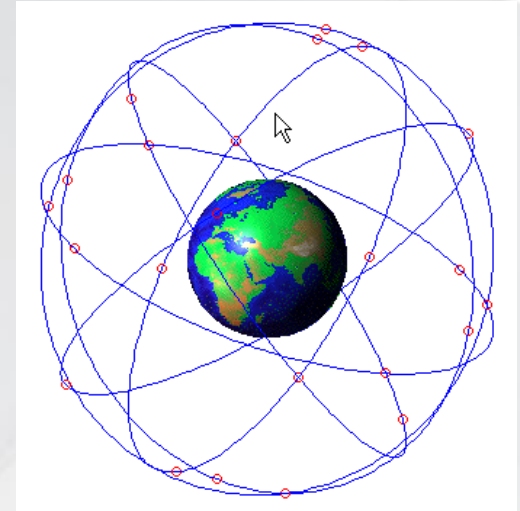


GPS – Systemübersicht I



GPS – Systemübersicht II

- Weltraumsegment
 - 28 Satelliten
 - 20200 km
 - 12 h Orbital
 - 6 Bahnebenen (je 60° versetzt)
 - Jederzeit in jedem Punkt 4 Satelliten
- Kontrollsegment
 - 5 Kontrollstationen
 - Beobachtung und Synchronisation der Sat-Uhren
 - Übersendung der Bahndaten an die Satelliten
- Nutzersegment
 - Empfänger, die die Signale empfangen & verarbeiten



GNSS – Satellitengestützte Systeme I

- GNSS – Global Navigation Satellite Systems
 - NAVSTAR GPS
 - USA – Global Positioning System – 31 Satelliten
 - GLONASS
 - Russland derzeit 12 Satelliten (bis 2009 – 24 Satelliten)
 - GALILEO
 - EU – Geplant 32 Satelliten

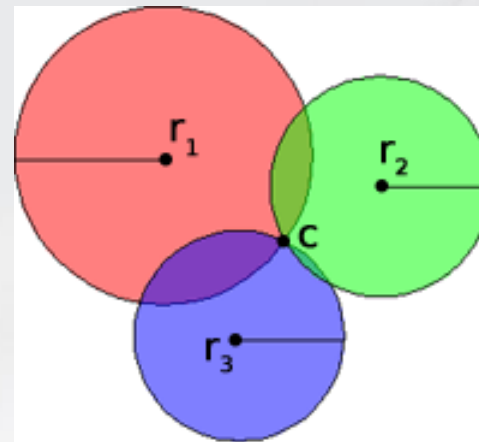
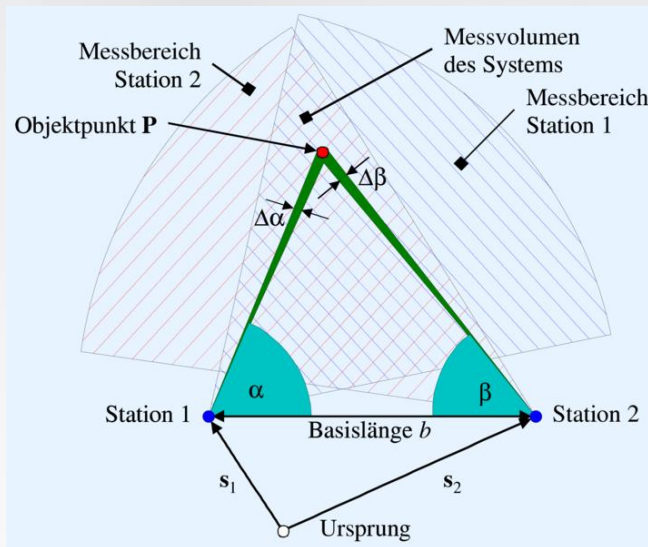


GNSS – Satellitengestützte Systeme II

	NAVSTAR- GPS	GLONASS	GALILEO
in Betrieb seit	1995	1996	Testbetrieb
Satelliten	24	24	2 (30 geplant)
Umlaufzeit	11h 58 min	11h 16 min	
Bahnneigung	55°	65°	56°
Umlaufbahnen	6	3	3
Höhe	20 200 km	19 100 km	23 616 km
Land	USA	Russland	EU

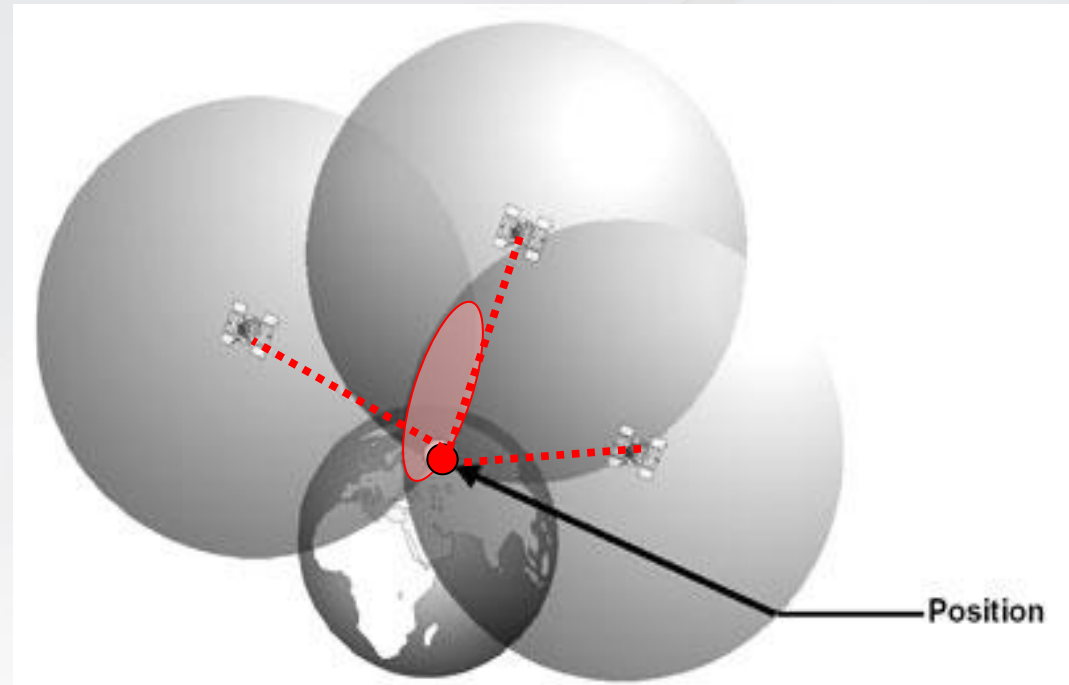
GPS – Prinzip der Positionsbestimmung I

- Allgemeine Punktbestimmungsverfahren:
 Triangulation – basiert auf Winkelmessung (Sinussatz)
 Trilateration – basiert auf Distanzmessung



GPS – Prinzip der Positionsbestimmung II

- Laufzeitmessung → Trilateration
 - Laufzeit = Distanz
 - Synchronisierte Uhren
- Geometrie
 - 2D → mind. 3 Satelliten
 - 3D → mind. 4 Satelliten



Quelle: GPS Grundlagen - ubox AG

Prinzip der Positionsbestimmung III

- Vermessung
 - Klassische Vermessung
hohe Genauigkeiten gefordert
- Navigation
 - Aktuelle Position und
Positionsänderung auf Route



Prinzip der Positionsbestimmung IV

- Positionsbestimmung
 - Prinzip der Trilateration
 - Distanz zw. Satelliten & Empfänger wird durch Signallaufzeit ermittelt
 - Mindestens 3 Stecken (Satelliten) für x,y-Position auf der Erdkugel (Erdellipsoid)
 - Mindestens 4 Stecken (Satelliten) für x,y,z-Position auf der Erdoberfläche
 - Positionsverbesserung durch jeden zusätzlichen Satelliten
- Signale (2 Trägerfrequenzen L1 und L2)
 - Navigations- und Systemdaten werden darauf aufmodelliert
 - P-Code
 - C/A Code



Prinzip der Positionsbestimmung V

- SPS (**Standard Positioning Service**)
 - Öffentlich verfügbar
 - Ursprünglich auf 100 m Genauigkeit beschränkt
 - Seit Mai 2000 15 m Genauigkeit (Das künstliche Störsignal wurde vom US Militär abgeschaltet)
- PPS (**Precise Positioning Service**)
 - Steht nur dem US Militär zur Verfügung
 - Ursprünglich für 22 m Genauigkeit konzipiert, aber die aktuelle Genauigkeit ist unbekannt
 - Die Signale sind verschlüsselt



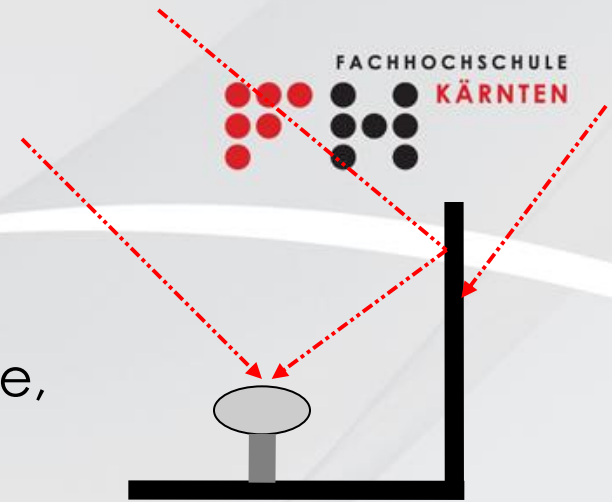
GPS - Fehlereinflüsse I

- Genauigkeitsfaktoren
 - Laufzeitfehler aufgrund der Ausbreitung des Satellitensignals
 - Reflexionen an Objekten an der Erdoberfläche
 - Bei teilweise abgeschirmtem Horizont (in Tälern, Häuserschluchten) sind weniger Satelliten über dem Horizont
 - Bei hohem Vegetationsbestand (im Wald) kommt es zur Signaldämpfung
 - Uhrenfehler insbesondere jene der GPS-Empfänger (die Satelliten besitzen Atomuhren!)



GPS - Fehlereinflüsse II

- Multipath
Reflektion des Signals in Häuserschluchte, durch nasses Blätterdach, etc.
- Abschattungen
Häuserschluchten, Tunnel, in Gebäuden, etc.
- Ionosphärische/Troposphärische Einflüsse
Fehler bis zu 30m --> können durch Korrekturwerte auf bis zu 10m reduziert werden
- Künstliche Signalverschlechterung (Selective Availability)
Dithering → künstlicher Fehler der Satellitenuhr ($0.2 \mu\text{sec} = 60\text{m}$)
Seit Mai 2000 abgestellt → Verbesserung der Positionsgenauigkeit von 150m auf 10-15m



GPS - Fehlereinflüsse III

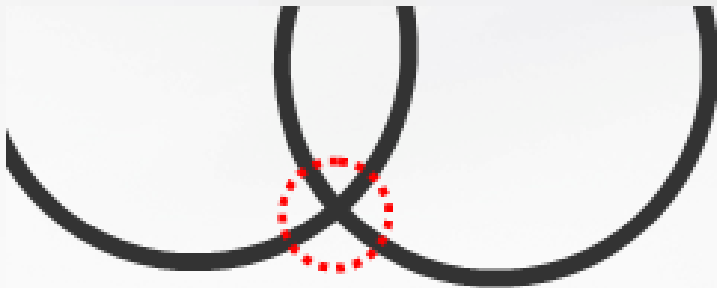
- Satellitenkonstellation
 - Horizontal: In 95% der Fälle 10m – 15m genau
 - Vertikal: 95% Wahrscheinlichkeit 22 m genau
- Dilution of Precision (DOP)
erreichbare Positionsgenauigkeit

$DOP < 6$

'gute' Geometrie --> hohe Genauigkeit

$DOP > 6$ ($DOP > 10$ unbrauchbar!)

'schlechte' Geometrie' --> niedrige Genauigkeit



GPS – Fehlereinflüsse IV

- Korrekturmöglichkeiten
 - Mapmatching
 - Odometrie/Gyrometer in der Autonavigation
 - Differential GPS
 - Online
 - Post-processing
 - etc.



GPS – Differential GPS (DGPS) I

- Differenzielle Positionierung
 - Mind. 2 Empfänger
 - Basis-Station mit bekannten Koordinaten
 - Post-Processing oder Echtzeit Korrektur
- Genauigkeit
 - 0.3 m – 2.5 m Lagegenauigkeit (x, y)
 - 0.2 m – 5.0 m Höhengenaugigkeit (z)
 - Phasenverschiebungsmethoden liefern 1 mm – 10 mm pro Km Abstand zur Referenzstation



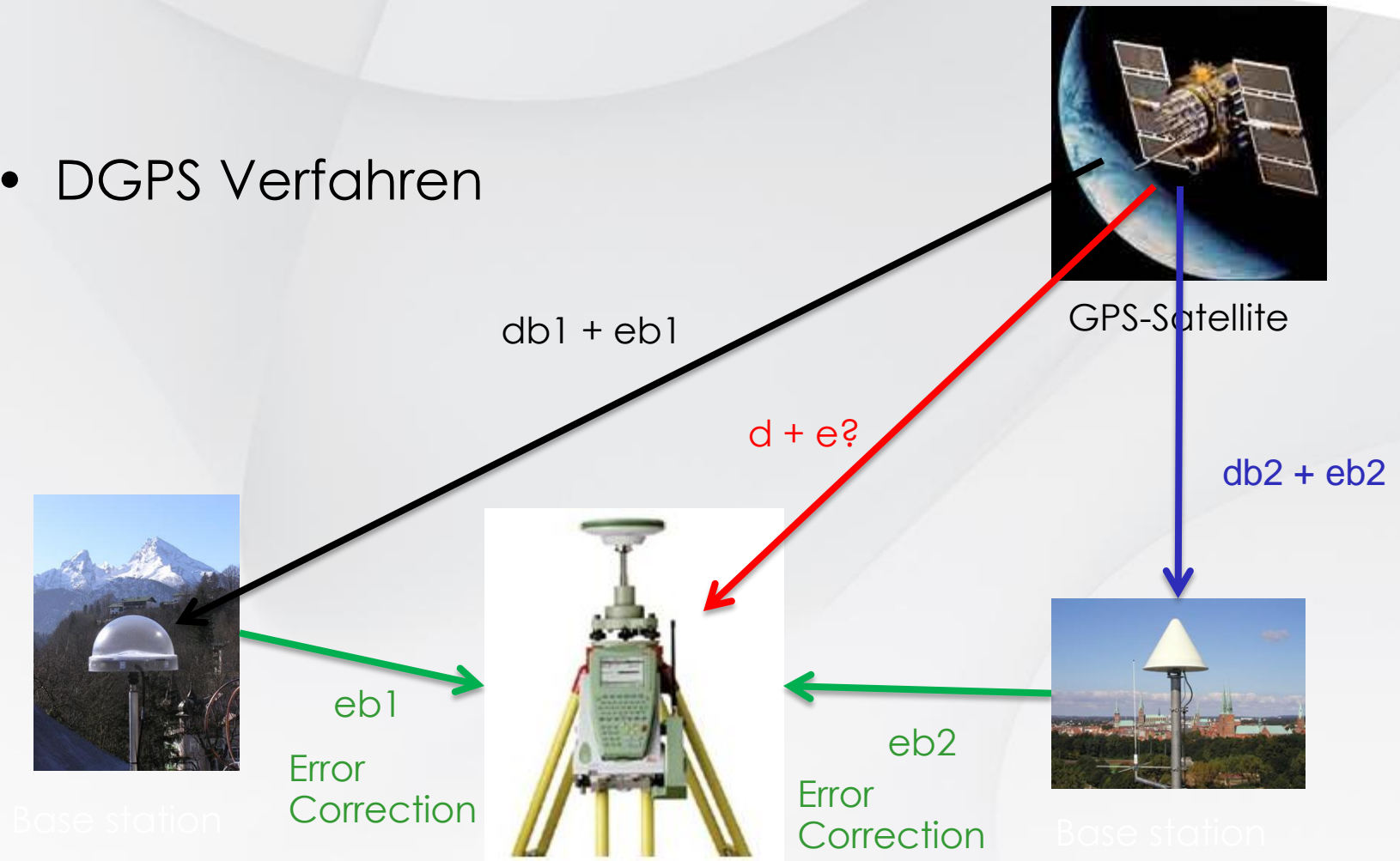
GPS – Differential GPS (DGPS) II

- Real-time DGPS
 - Korrekturdaten via
 - Funk
 - GSM
 - UKW
 - Langwelle
 - Sat
- Postprocessing
 - mittels Software im Nachhinein



GPS – Differential GPS (DGPS) III

- DGPS Verfahren

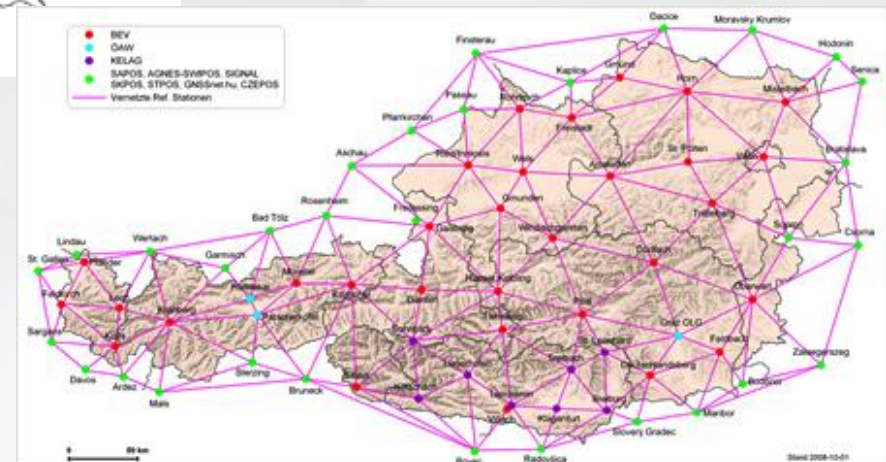
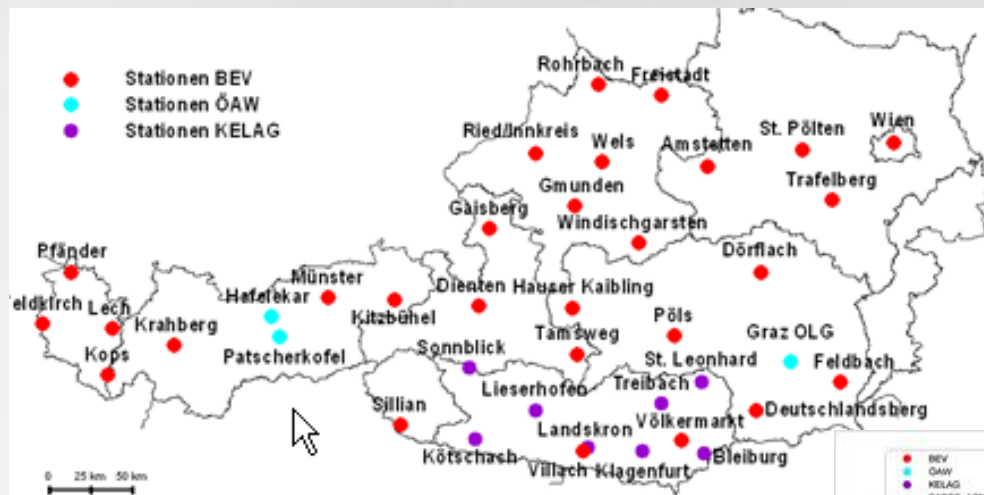


$$D = F(d, eb1, eb2, \dots)$$

+ optional WAAS, EGNOS oder MSAS

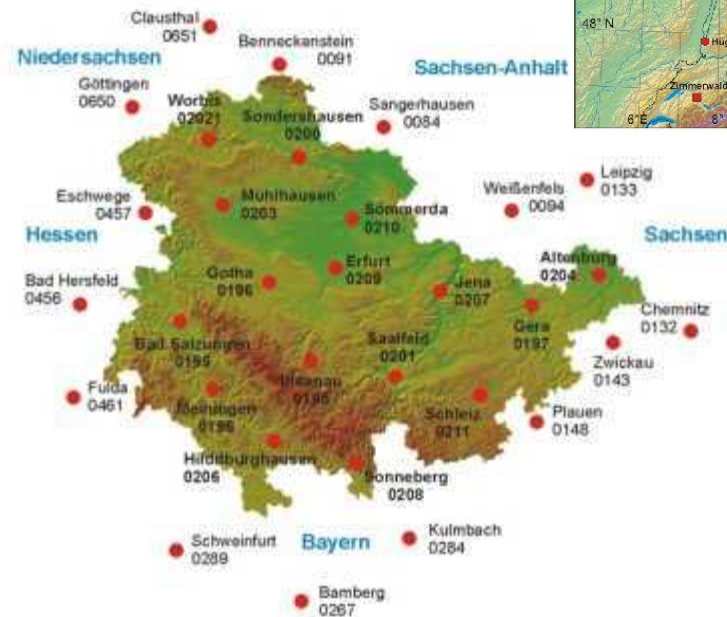
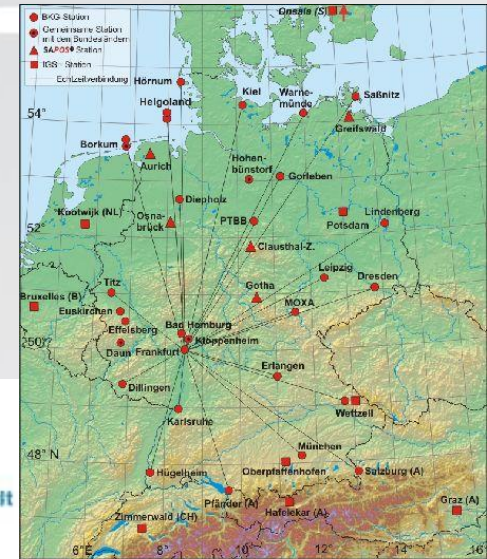
APOS - Austrian Positioning Service

BEV - Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen



http://www.bev.gv.at/portal/page?_pageid=713,1571538&_dad=portal&_schema=PORTAL

SAPOS – Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung



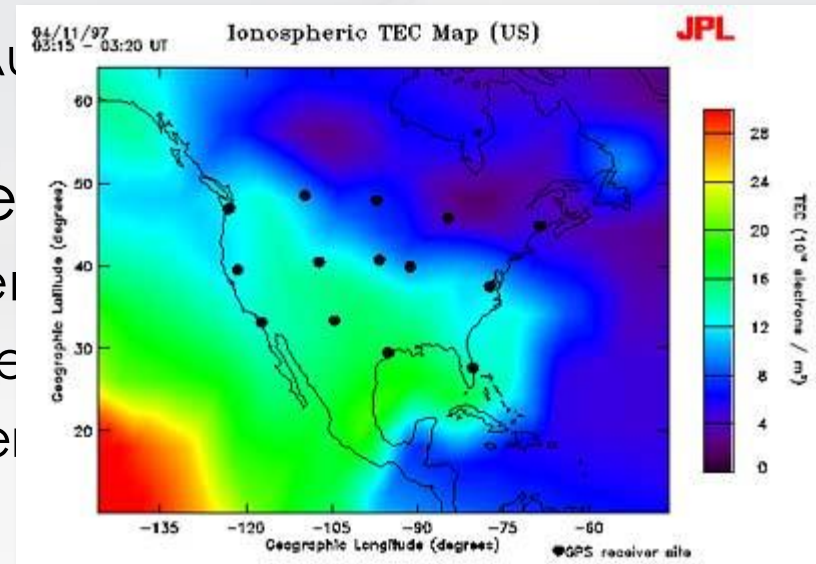
GPS – Global Positioning System (9)

- WAAS
 - Wide Area Augmentation System in Nordamerika
- EGNOS
 - European Geostationary Navigation Overlay Service
- MSAS
 - Multi-Functional Satellite Augmentation System in Japan
- Information die diese Dienste bereitstellen:
 - Langzeitfehler der Satellitenpositionen
 - Kurz- und Langzeitfehler der Satellitenuhren
 - Ionosphäre-Korrektur-Gitter-Information
 - Integritätsinformationen



GPS – Global Positioning System (9)

- WAAS
 - Wide Area Augmentation System in Nordamerika
- EGNOS
 - European Geostationary Navigation Overlay Service
- MSAS
 - Multi-Functional Satellite Augmentation System in Japan
- Information die diese Dienste bereitstellen
 - Langzeitfehler der Satelliten
 - Kurz- und Langzeitfehler der Empfänger
 - Ionosphäre-Korrektur-Gitter
 - Integritätsinformationen



Mobiltelefonie & GPS

- AGPS
 - Assisted Global Positioning System
 - schnellere Positionsbestimmung durch Kombination mit Positionsdaten von Telekommunikations-Betreibern
- Funkzellenortung



GPS - Datenformat

- Standardisierte Datenformate
 - NMEA (National Marine Electronics Association) --> ASCII Format
 - RINEX (Receiver Independent Exchange Format)
- Austauschformate
 - .gpx
 - .kml
 - Freie Software zur Konvertierung: GPSTrans



Good to know

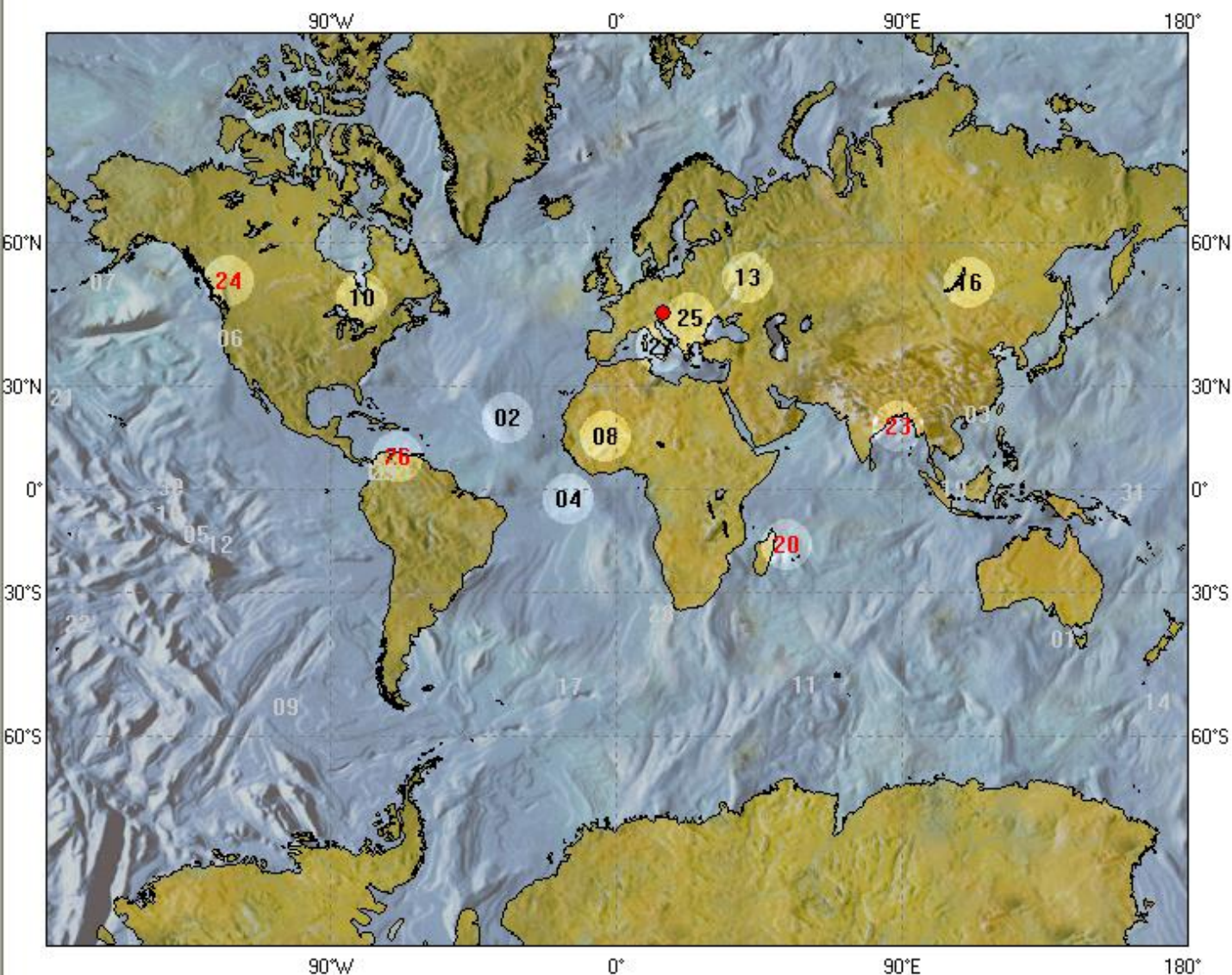
- GPS = Position, Zeit, Geschwindigkeit
 - Einfache Geschwindigkeitsbestimmung durch Ableitung aus Positionsänderung
 - Genaue Geschwindigkeitsbestimmung durch Analyse des Dopplereffekts der Trägerfrequenz
- Satelliten bewegen sich mit 3,9 km/s
- GPS-Zeit weicht um 14 Sekunden zur UTC-Zeit ab
 - Schaltsekunden sind zu beachten!
- Signalausbreitung durch Lichtgeschwindigkeit im Vakuum



GPS – Simulation / Einsatzplanung

- GeoSky
 - http://www.fugrosurveytechnical.com/software/GeoSky_II.htm

GPS – Simulation / Einsatzplanung



User Location:

Latitude: 47°15'50.59211"N
Longitude: 014°56'E

Current Time 0:25
Current Date 13th November 200

Pm	Azi	Elev
02	249	034
04	210	022
08	203	047
10	308	021
13	59	062
16	42	016
20	136	000
23	84	006
24	331	005
25	90	077
26	268	000
27	153	079